

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

Sveučilišni studij

**POSTUPAK UKLANJANJA/SMANJENJA ZNAČAJNIH
HARMONIKA UPRAVLJANJEM FREKVENCIJSKOG
PRETVARAČA U SREDNJENAPONSKIM
INDUSTRIJSKIM POGONIMA**

Diplomski rad

Mario Sarajlić

Osijek, 2015.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Harmonici u električnim sustavima	1
1.2. Industrijski pogoni	1
1.3. Princip rada	4
1.4. Upravljanje i modulaćijske tehnike višerazinskih pretvarača	7
1.5. Cilj rada	7
2. SELEKTIVNA ELIMINACIJA ZNAČAJNIH HARMONIKA PULSNO ŠIRINSKOM MODULACIJOM	9
2.1. Uvod	9
2.2. Fourierov niz SHE PWM valnog oblika	9
2.3. Rješavanje SHE PWM transcendentnih jednađbi primjenom Newton-Raphsonove metode	10
2.3.1. Primjer	13
3. UPRAVLJANJE ZATVORENOM PETLJOM USMJERIVAČA ZA SELEKTIVNU ELIMINACIJU HARMONIKA	18
3.1. Uvod	18
3.2. Glavne osobine usmjerivača	18
3.3. dq teorija upravljanja	19
3.4. Sinkronizacija sa naponom mreže	24
3.5. Kontrola povratne petlje	25
3.6. Linearizacija	26
4. SIMULACIJA UPRAVLJANJA USMJERIVAČA SREDNJONAPONSKOG INDUSTRIJSKOG POGONA POMOĆU PLECS-a	28
4.1. Pregled poglavlja	28
4.2. Postavka simulacije	28
4.3. Simulacijski koraci	30
4.4. Rezultati simulacije	30
4.4.1. Rezultati simulacije u sabirničkoj točki	30
4.4.2. Rezultati simulacije kod usmjerivača	42
4.4.3. Rezultati simulacije u kondenzatorskoj grani	51
4.5. Usporedba rezultata	53
5. ZAKLJUČAK	56
LITERATURA	57
SAŽETAK	58
ABSTRACT	58

ŽIVOTOPIS	59
-----------------	----

SAŽETAK

Svi električni sustavi sa elektroničkim energetskim pretvaračima imaju problem pojave harmonika. Za rad industrijskih pogona takvi energetski pretvarači su neophodni te se nameće problem umanjivanja štetnog djelovanja nelinearnih trošila na distributivnu mrežu.

Pulsno-širinska modulacija je jedno od mogućih rješenja tog problema. Proračunom kutova sklapanja sklopki usmjerivača moguće je postići željeni valni oblik napona koji će umanjiti negativna djelovanja nelinearnih trošila na mrežu. Kutovi se proračunavaju Newton-Rapsonovom matematičkom metodom koja može biti pojednostavljena korištenjem računalnih programa poput MATLAB-a.

Upravljanje radom usmjerivača vrši se pomoću zatvorene petlje koja kontrolira vrijednosti struja i napona u sinkrono rotirajućem dq sustavu. Predložen je model sustava za upravljanje koji upravlja amplitudom i fazom usmjerivača.

Model je zatim predstavljen u softveru PLECS, te je njegova funkcionalnost potvrđena rezultatima simulacije.

ABSTRACT

CLOSED LOOP CONTROL OF ACTIVE FRONT END WITH SELECTIVE HARMONICS ELIMINATION/REDUCTION MODULATION TECHNIQUE FOR LARGE INDUSTRIAL MV DRIVES APPLICATIONS

In every electrical system with non-linear loads the problem of harmonics exists. For large industrial motor drives power electronics equipment is needed to operate them properly, so a solution on how to minimize the effects that they have on the utility network is highly needed.

Selective Harmonics Elimination Pulse-width modulation (SHE PWM) represents one possible solution to the problem. By calculating switching angles for the Active Front End (AFE) rectifier it is possible to obtain a desired voltage wave form that will diminish some of the negative impacts nonlinear equipment cause to the supply network. Switching angles are calculated using the Newton-Rapson mathematical method which can be simplified by using a computer software program like MATLAB.

To control the AFE a closed-loop control system that operates in a synchronous rotating dq frame is used. A model of the system that controls the amplitude and phase of the AFE voltage is suggested.

The model is then presented in a software environment called PLECS, and its functionality is confirmed in the simulation results.